

PAT-NO: JP02001210590A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001210590 A

TITLE: MASK-HOLDING METHOD AND MASK, AND DEVICE  
MANUFACTURING  
METHOD USING THE SAME

PUBN-DATE: August 3, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME           | COUNTRY |
|----------------|---------|
| HARA, KOICHI   | N/A     |
| HARA, SHINICHI | N/A     |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME      | COUNTRY |
|-----------|---------|
| CANON INC | N/A     |

APPL-NO: JP2000392993

APPL-DATE: November 30, 1993

INT-CL (IPC): H01L021/027, G03F001/16 , G03F007/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a kinematic mounting method, which can maintain alignment of a mask with high accuracy, even when the mask is inclined with respect to the horizontal direction.

SOLUTION: A mask for exposure, which is made to fit protruding portions provided at 3 locations of a mask chuck holding surface when a mask is hold in the mask chuck after a conic hole part, a V-groove part, and a planar part are

established in the 3 portions of the masking buildup area, is characterized in that the angle of the conic hold is made larger than that of the V-groove part.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-210590

(P2001-210590A)

(43) 公開日 平成13年8月3日 (2001.8.3)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup>  | 識別記号  | F I           | テームト* (参考) |
|----------------------------|-------|---------------|------------|
| H 0 1 L 21/027             |       | G 0 3 F 1/16  | A          |
| G 0 3 F 1/16               |       |               | Z          |
|                            | 7/20  |               | 5 2 1      |
| 7/20                       | 5 2 1 | H 0 1 L 21/30 | 5 3 1 M    |
|                            |       |               | 5 0 3 D    |
| 審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 9 頁) |       |               |            |

(21) 出願番号 特願2000-392993 (P2000-392993)  
(62) 分割の表示 特願平5-299918の分割  
(22) 出願日 平成5年11月30日 (1993. 11. 30)

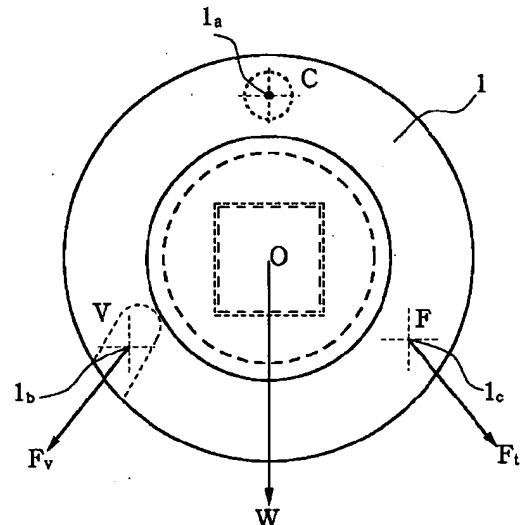
(71) 出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72) 発明者 原 光一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内  
(72) 発明者 原 真一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内  
(74) 代理人 100090538  
弁理士 西山 恵三 (外1名)

(54) 【発明の名称】 マスク保持方法とマスク、並びにこれを用いたデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 水平方向に対して傾けた場合でも高精度にマスクを位置決め保持できるキネマティックマウント方式を提供すること。

【解決手段】 露光用マスクにおいて、マスク保持面の3か所に円錐孔部、V溝部、平面部を設け、マスクを縦にしてマスクチャックに保持した際、マスクチャック保持面の3か所に設けた突起部とそれぞれ係合するようにしたマスクにおいて、円錐孔部の角度をV溝部の角度よりも大きくしたことを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光用マスクにおいて、マスク保持面の3か所に円錐孔部、V溝部、平面部を設け、マスクを縦にしてマスクチャックに保持した際、マスクチャック保持面の3か所に設けた突起部とそれぞれ係合するようにしたマスクにおいて、前記円錐孔部の角度を前記V溝部の角度よりも大きくしたことを特徴とするマスク。

【請求項2】 前記マスクはX線露光用のマスクである請求項1のマスク。

【請求項3】 請求項1または2のマスクを保持し、前記マスクの転写パターンをウエハに露光転写することを特徴とするデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置に用いられるマスクの保持方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の集積度は近年ますます高密度化が進んでおり、これらを製造するための半導体製造装置も、高集積度化に伴って焼付線幅が細まり、より高い露光精度が要求されている。焼付線幅をより細くするには、露光に使用する光源の波長を短くするのが有効である。そこで、現在一般的に使用されている紫外光よりも波長の短いX線を用いたX線露光装置の開発が進められている。

【0003】図16は従来のX線露光装置に搭載されているX線マスクとマスクチャックの概略を示す。図16(a)はX線マスクである。100は補強用のマスクフレーム、101はシリコンからなるマスク基板、102はマスク基板の一部をバックエッチングによって除去して形成した無機膜（マスクメンブレン）、103はマスクメンブレン上にEB描画装置等によって描画形成された半導体回路等の転写パターンである。105は磁性体材料で作られた磁性リングで、マスク支持フレーム1に埋め込まれている。図16(b)は磁気吸着方式のマスクチャックを示す。110はリング形状のチャックベースで、内部には露光用X線が通過する孔111が設けられている。112は磁気ユニットで、磁性リング105に対応して円周状に配置され、X線マスクを吸着保持するのに十分な磁力を発生する。この構成において、X線マスクのマスクフレーム100はチャックベース110の保持面に面接触によって磁気吸着され保持される。

又、この磁気吸着方式のほか真空吸着方式もあり、その場合、磁気ユニットの代わりにバキュームポートとなり、真空力によってマスクフレームとチャックベースとが面接触して吸着保持される。

【0004】しかしながら、これらの吸着保持方式は、マスクフレーム100とチャックベース110とは面接触であるため、両者の接触面は高い平面度に仕上げる必要がある。仮に、マスク作製時、EB描画装置によって

転写パターンを形成する時点で、マスクフレーム100の吸着面に僅かでも反りなどの歪みがあると、X線露光装置のチャックベース110に保持した際、マスクフレーム100の反りが矯正されることによってマスクフレーム100が変形し、この応力がマスク基板101、マスクメンブレン102を介して転写パターン103に伝わり、転写パターン103が描画時に対して歪んでしまう可能性がある。転写パターン103が形成されるマスクメンブレン102の厚さは2 $\mu$ m程度であり、数mm厚のマスク基板101やマスクフレーム100に比べれば、その剛性は非常に小さい。このため、マスク基板101やマスクフレーム100の歪みは、マスクメンブレン102に多大な影響を与えて転写パターンにも大きな歪みをもたらす。これは極薄のマスクメンブレン上に転写パターンが形成されているマスクに特有の問題といえる。

【0005】これを解決する方式として、マスクがマスクチャックにチャックされた時、保持力によりX線マスクが変形を受けない、言い換えれば、パターン形成時のマスクフレームの歪んだ状態を保ったまま保持する方法（以下、キネマティックマウントと称する）が提案されている。

【0006】図17はキネマティックマウントの例を示す。図17(a)はキネマティックマウント用のX線マスクを示す。117は円錐形状（じょうご形状）の孔部、118は平面部、119は図中X方向に沿って直線状に切込み溝が形成されたV溝部であり、これらはマスクフレーム100の保持面に形成されている。図17(b)はキネマティックマウント用のマスクチャックを示す。チャックベース110の保持面には、上記マスクの円錐孔部117、平面部118、V溝部119とそれぞれ係合する球状突起物120が3ヶ所に設けられている。又、3点においてマスクを機械的に押え付けて保持するためのクランプ機構115が設けられている。

【0007】この構成においては、各点において以下に示す保持状態となり、マスクの6自由度が過剰拘束なく位置決めされる。

【0008】

|         | 拘束      | 自由   |
|---------|---------|------|
| 円錐孔部117 | X, Y, Z | —    |
| 平面部118  | Z       | X, Y |
| V溝部119  | Y, Z    | X    |

このキネマティックマウントによれば、露光時のマスク保持の際にマスクフレーム100を変形させる外力は殆ど働かず、EB描画装置によるマスクパターン形成時と同一状態でマスク保持（無歪保持）できるため、マスク支持フレームの変形によるパターン歪みが抑制できるといふ特徴がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の

キネマティックマウント方式によってマスクを重力に抗して垂直に保持しようとした場合などは、必然的にマスクをクランプせねばならず、クランプ機構とマスクの間に発生する摩擦力及びマスクの自重が付加されるために、厳密にみれば過剰拘束となり、マスクの正確な位置決めが難しい。又、過剰拘束の結果、マスクにモーメント力が発生してパターン歪が発生する要因ともなる。

【0010】本発明は上記課題を解決すべくなされもので、水平方向に対して傾けた場合でも高精度にマスク位置決め保持できるキネマティックマウント方式やマスク、これを用いたデバイス製造方法など提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明のある形態は、露光用マスクにおいて、マスク保持面の3か所に円錐孔部、V溝部、平面部を設け、マスクを縦にしてマスクチャックに保持した際、マスクチャック保持面の3か所に設けた突起部とそれぞれ係合するようにしたマスクにおいて、前記円錐孔部の角度を前記V溝部の角度よりも大きくしたことを特徴とするマスクである。

【0012】

【発明の実施の形態】<実施例1>本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1は第1実施例のマスクチャックの構成図、図2はその断面図である。マスクがマスクチャック2に重力に抗して垂直に保持された状態を示している。マスクはリング形状のマスクフレーム1にシリコンのマスク基板7が貼り付けられ、マスク基板7の内側には金などによる転写パターン8が形成されたメンブレンが設けられている。又、マスクフレーム1の裏面側には、(1)じょうご形状の円錐孔部1a、(2)稜線が円錐孔部1aの方向を向いた直線状のV溝部1b、(3)平面部1c、が3箇所設けられている。これらはマスク中心を円中心とする同一円周上に等間隔(120°ピッチ)に3か所設けられたものである。一方、マスクチャック2には先端が半球状の突起部2a~2cが3か所に設けられて、上記円錐孔部1a、V溝部1b、平面部1cとそれぞれ対向し係合するようになっている。又、3つのクランプアーム3a~3cが設けられている。それぞれのクランプアームは回転動作と直動動作が可能となっており、各クランプアームとマスクチャックの突起部とによって、マスクフレーム1をはさみ込むようになっている。なお、変形例として図3のようにし\*

$$F = W + \mu_1 \times f_c$$

( $\mu_1$  : クランプアームとマスクの間の摩擦係数) ※ ※力のつり合いから、円錐孔部方向に働く垂直抗力は

$$\text{垂直抗力 } N_c = f_c \times \cos \theta_c + F \times \sin \theta_c$$

円錐孔部に働く摩擦力は

$$\text{摩擦力} = \mu_2 \times N_c$$

( $\mu_2$  : 突起部とマスクの間の摩擦係数)

摩擦力に打ち勝って、マスクを位置決め固定するために★50

\*でも良く、これはクランプアーム3の直動動作の代わりに、突起部2a~2cが独立に突き出る構造となっており、クランプアーム3は回転動作だけを行なう。

【0013】本実施例の動作手順を以下に説明する。不図示のマスクハンドによってマスクがマスクチャック面に搬送されると、各クランプアーム3a~3cがマスクを押える側に回転し、次いで僅かにマスクチャック側に移動して、マスクフレーム1をマスクチャック2に捕捉する。この状態では円錐孔部1aとV溝部1bにおいて、半球状突起部2a、2bとクランプアーム3a、3bとの距離がマスクの保持部の厚みT(図4参照)よりも小さいため、これら2か所でマスクが突起に支えられ吊り下がった状態となり、マスクの落下を防止している。但し、強く押さえ付けた状態では無く、マスクは若干動くことができる。

【0014】ここで、最初にクランプアーム3aだけをマスクチャック側に更に移動させ、図2に示すように係合する円錐孔部1aと突起部2aとを押し付ける。これによって3自由度(XYZ)が位置決めされる。ここで突起部2aの先端とクランプアーム3aの先端は正確に対向している。仮に、図4に示すように、円錐孔部1aが正確に位置決めされていないと、偏心量 $\delta c$ によってマスクフレームにモーメント力が発生してパターン歪の原因になる。

【0015】次に、クランプアーム3bを更に引込むことによって、V溝部1bと突起部2bとを押し付ける。これでマスクの回転方向の2自由度( $\theta_x, \theta_y$ )が固定される。そして最後に、残りのクランプアーム3cを引き込んで平面部1cと突起部2cを押し付けて、残りの1自由度( $\theta_z$ )を固定する、これでマスクが6自由度とも過剰拘束なく位置決め固定されることになる。

【0016】図4はマスクが円錐孔部で支持された状態で、マスクの円錐孔部1aに働く力の関係を示している。V溝部1b及び平面部1cが固定されていない状態で、円錐孔部1aの押し付け力 $f_c$ でマスクを円錐孔部1aで位置決め固定するために必要な条件を求めてみる。ここでは条件の厳しいと思われる図5に示すような状態、すなわちマスクの重心線上に円錐孔部1aがある場合を考える。マスク平面に平行な面に対する円錐孔部1aの溝角度 $\theta_c$ とすると、重力方向に働く力Fはマスクの重さWとクランプアーム力 $f_c$ による摩擦力のみ考慮すればよいから、

$$(1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

★は、

5

6

$$\text{引き上げる力} = fC \times \sin \theta C - F \times \cos \theta C \geq \mu_2 \times (fC \times \cos \theta C + F \times \sin \theta C) \quad (4)$$

を満たせばよい。

【0017】最初に円錐孔部1aで3自由度(XYZ)を位置決めしたら、次は、V溝部を位置決めするのが良い、これは平面部を先に位置決めすると、最後にV溝部\*

$$F = \mu_1 \times fV$$

を式(1)に代入し計算を行ない、式(4)の関係を満たせばよい。但し、 $\theta C$ の代わりにV溝のマスク平面に平行な面に対する溝角度 $\theta V$ を用い、 $fC$ の代わりに $f$ を用いる。

【0019】なお、変形例として図6に示すような状 ※

$$F' = \mu_2 \times W / (2 \sin \theta V) + \mu_1 \times W \cos \theta V / (2 \sin \theta V) \quad (1')$$

を式(1)に代入して計算を行なえば求めることができる。V溝部1bにかかる力は、 $W' = W/2$ とにおいて、同様に式(1)に代入し、式(4)の関係を満たせばよい。

★ 【外1】

$$W' = \mu_2 \times W / (2 \sin \theta V) + \mu_1 \times W \cos \theta V / (2 \sin \theta V) + 3^{1/2} / 2 W$$

【0021】を式(1)に代入して計算を行ない、式(4)の関係を満たせば良い。

【0022】図10に、マスクの自重 $W = 200g$ 、 $\mu_1 = \mu_2$ 、 $\theta V = \theta C$ とした場合の結果を示す。横軸は円錐孔部1aの角度(deg)、縦軸は円錐孔部1aでの必要な押し付け力(示している。円錐孔部1aに関して言えば、円錐孔部1aとV溝部1bを重力方向に対して水平配置にした(すなわち図6の形態)方が容易に位置決めできることが分かる。

☆

$$\text{ベクトル} FV = \mu_1 \times fV + \mu_2 \times fV / \cos \theta V \quad (6)$$

平面1c部に関して、

$$\text{ベクトル} FF = \mu_1 \times fF + \mu_2 \times fF \quad (7)$$

よって両者の力のベクトル合成は、ベクトル $F' = \text{ベクトル} FV + \text{ベクトル} FF + \text{ベクトル} W$ 、ここでは簡略化のため、 $W = 0$ と置く、これによってベクトル $W$ がどの向きであっても、換言すれば円錐孔部1a及びV溝1b ◆

$$F' = FV \cos \alpha + FF \cos (60^\circ - \alpha) \quad (8)$$

ここで3点FCVがなす角度 $= 60^\circ$ 、 $\tan \alpha = 3/2$   $FF / (FV + 1/2 FF)$ とする。

\*

$$F = F' + \mu_1 \times fC$$

(9)

式(9)を式(1)に代入して同様に計算を行って式(4)の関係を満たせば良い。

【0027】 $\mu_1 = \mu_2$ 、 $\theta V = \theta C$ 、 $fC = fV = f$ とした場合の計算結果を図11に示す。横軸は摩擦係数、縦軸はズレたマスクを円錐孔部によって位置決めするに必要な引き上げ力( $fC$ で無次元化)を示している。引き上げ力が負の範囲では位置決めできない。位置決め可能とするためには、円錐孔部1aの角度 $\theta C = 60^\circ$ とした場合でも摩擦係数0.12以下であることが必要となる。さらに、マスクの自重を考慮すれば、この※50

\* 1bを位置決めする時、平面との摩擦力が余分に加わり、位置決めにより大きな力が必要となるためである。

【0018】V溝部1bが位置決めされる条件は、式(1)で $W = 0$ として

(5)

※態、すなわち円錐孔部1aとV溝部1bが重力方向に対して直交配置される場合は、式(1)の $W$ の代わりに、

$$W' = \{ (W/2)^2 + F'^2 \}^{1/2}$$

但し、

★【0020】又、別の変形例として、V溝1bがマスクの重心線上にある場合には、式(1)式の $W$ の代わりに、

★ 【外1】

$$W' = \mu_2 \times W / (2 \sin \theta V) + \mu_1 \times W \cos \theta V / (2 \sin \theta V) + 3^{1/2} / 2 W$$

☆【0023】<実施例2>上記実施例では円錐孔部、V溝部、平面部の順に押し付けてマスクを固定する方法をとったが、以下に別の方法を示す。

【0024】V溝部1b及び平面部1cの2箇所において最初に位置決め固定したとき、V溝1b及び平面1cで発生する力に打ち勝って円錐孔部1a部で位置決め可能とするための条件を求める。図5は円錐孔部1a部とマスクに発生する力を示したものである。同図より、V溝部1bに関して、

(6)

◆がどの位置であっても、式(2)を適用することができる。

【0025】

\*【0026】

(9)

※ままでは正確な位置決めは困難であることが分かる。

【0028】そこで位置決めを可能とするには、円錐孔部1aの押し付け力を最大にして、他の2箇所の押し付け力を弱くする。平面部に加える力は、面外方向を拘束するのに必要な最小限の力で良く、これ以上の力を加えても余分な摩擦力を生じることになる。よって、押し付け力の関係を、 $FC$ (円錐孔部) $>FV$ (V溝部) $>FF$ (平面部)、のようにするのが最も好ましい。

【0029】又、別の方法として、式(9)を式(2)に代入して、式(4)の関係を満たすように、円錐孔部

の角度 $\theta C$ とV溝部の角度 $\theta V$ の関係を $\theta C > \theta V$ としても良い。

【0030】＜実施例3＞上記方法の他に、摩擦係数 $\mu 1$ やマスクの自重 $W$ を小さくするという方法もとれる。 $\mu 1$ を小さくする方法の具体例を説明する。ここではクランプアーム側の摩擦抵抗を減らすことを考える。式(1)(6)(7)の $\mu 1 = 0$ において、やはり式(2)に各式を代入して計算を行えば求めることができる。

【0031】図12に計算結果を示す。横軸は摩擦係数、縦軸は位置決めされるに必要なマスクを引き上げる力( $f C$ で無次元化)を示している。縦軸が負の範囲では位置決めできない。図12は簡略化のためマスクの自重の影響を考慮していないが、図11と比べて摩擦低減の効果が大きいことがわかる。又、マスクの自重を0することは重量補償バネを用いることで実現可能である。

【0032】図7はクランプアーム側の摩擦抵抗を減らすために具体的構成を示すもので、クランプアームの先端から空気を噴出させて、マスクフレーム1とクランプアーム先端の接触点の摩擦係数を減じる。位置決めが完了したら、空気の噴出を停止して、固体接触でのクランプさせる。

【0033】＜実施例4＞図8は、クランプアームとして、マスクのマスクチャック押し付け方向の剛性が高く、これと直交する横方向は剛性の低いバネ材を利用した実施例である。クランプアームは複数の平行棒バネ10によって支持されている。マスクフレームを押え付けた際にバネが撓むことで、摩擦係数 $\mu 1$ を低減したのと同じ効果が得られる。

【0034】＜実施例5＞次に $W$ を小さくする具体例を示す。図9はマスクハンド11により、マスクをマスクチャック2の保持面に搬送し、このマスクハンド11によってマスクの押し付けを行っている状態を示す図である。マスクを装着しやすくするため、最初退避していたクランプアーム3がマスクの押し付け動作が行われる際には捕捉状態になり、マスクの落下を防いでいる。12はマスクハンドの吸着パッドである。マスクハンド11によってマスクチャック2に対してマスクの位置決め完了後、クランプアーム3によってマスクを固定する。マスクの自重 $W$ はマスクハンド11が支えているため、実質的に $W = 0$ となっている。

【0035】＜実施例6＞次に上記説明したマスク及びマスクチャックを用いた微小デバイス(半導体装置、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシンなど)製造用の露光装置の実施例を説明する。図13は本実施例のX線露光装置の構成を示す図である。図中、SR放射源20から放射されたシートビーム形状のシンクロトロン放射光21を、凸面ミラー22によって放射光軌道面に対して垂直な方向に拡大する。凸面ミラー22で反射拡大した放射

光は、シャッタ23によって照射領域内での露光量が均一となるように調整し、シャッタ23を経た放射光はX線マスク24に導かれる。X線マスク24は上記説明したようなマウント方式で不図示のマスクチャックに保持されている。X線マスク24に形成されている露光パターンを、ステップ&リピート方式やスキニング方式などによってウエハ25上に露光転写する。

【0036】次に上記説明した露光装置を利用したデバイスの製造方法の実施例を説明する。図14は微小デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、LCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造のフローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0037】図15は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、摩擦力やマスクの自重による過剰拘束の影響を回避し、それによってマスクの正確な位置決め固定が実現でき、同時にマスクのパターン歪の発生を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の構成図である。

【図2】第1実施例の構成の断面図である。

【図3】図2の変形例を示す断面図である。

【図4】円錐孔部にかかる力の具合を示す説明図である。

【図5】円錐孔部がマスク重心線上に位置する場合のマスクにかかる力を示す図である。

【図6】円錐孔とV溝が重力に対し水平に配置されたマスクにかかる力を示した図である。

【図7】クランプアームの先端から空気を噴出させる実施例の説明図である。

【図8】押し付け方向の剛性が高く横方向は剛性の低いバネ材を利用したクランプアームの説明図である。

【図9】マスクハンドによって押し付け位置決めする実施例の説明図である。

【図10】円錐孔部のみで位置決め固定しようとした場合において、必要なクランプアーム力を示したグラフ図である。

【図11】3箇所同時にクランプアームした場合において、必要な引き上げ力を示したグラフ図である。

【図12】クランプアームとマスクの摩擦係数を0とした

場合において、必要な引き上げ力を示したグラフ図である。

【図13】X線露光装置の実施例を示す全体図である。

【図14】デバイス製造方法のフローを示す図である。

【図15】ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

【図16】従来の磁気吸着方式のマスクチャックを説明する図である。

【図17】従来のキネマティックマウント方式のマスクチャックを説明する図である。

【符号の説明】

1 マスクフレーム

1a 円錐孔部

1b V溝部

1c 平面部

2 マスクチャック

2a~2c 突起部

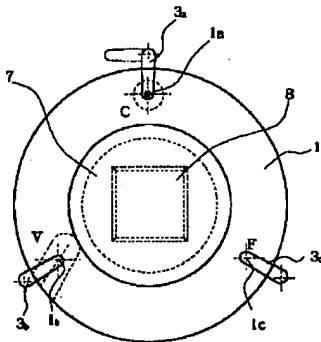
3 クランプアーム

4 マスクハンド

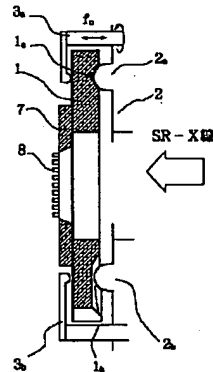
7 マスク基板

8 転写パターン

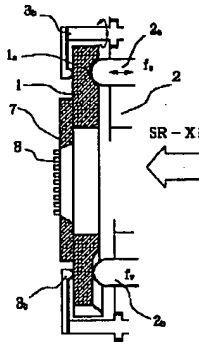
【図1】



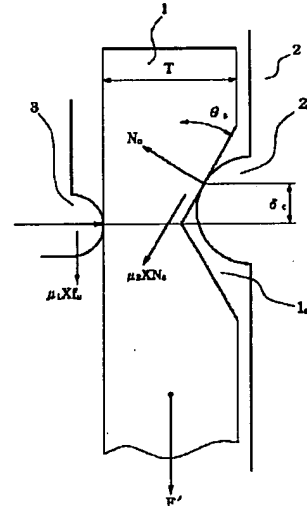
【図2】



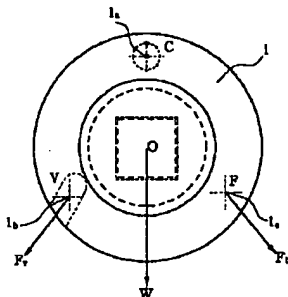
【図3】



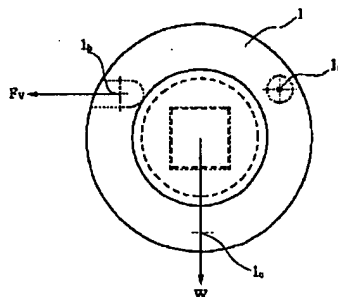
【図4】



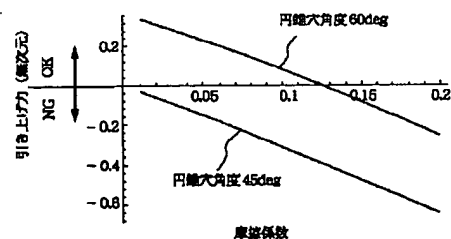
【図5】



【図6】

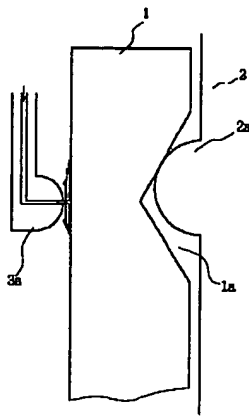


【図11】

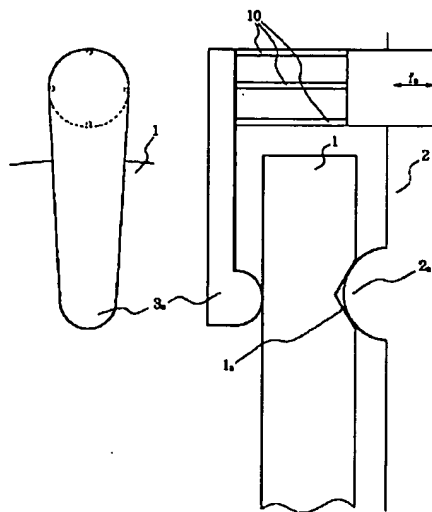




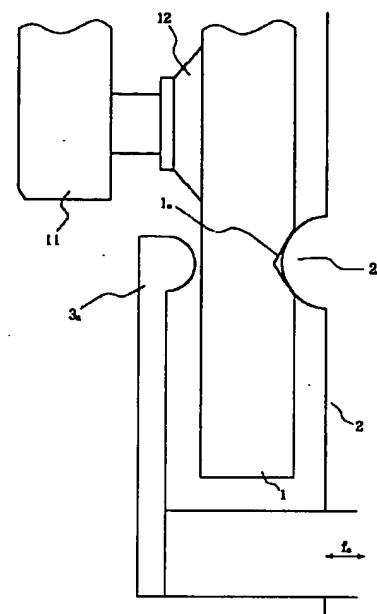
【図7】



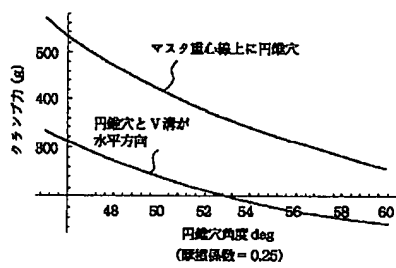
【図8】



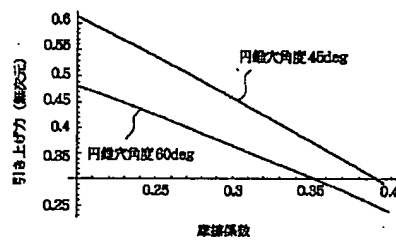
【図9】



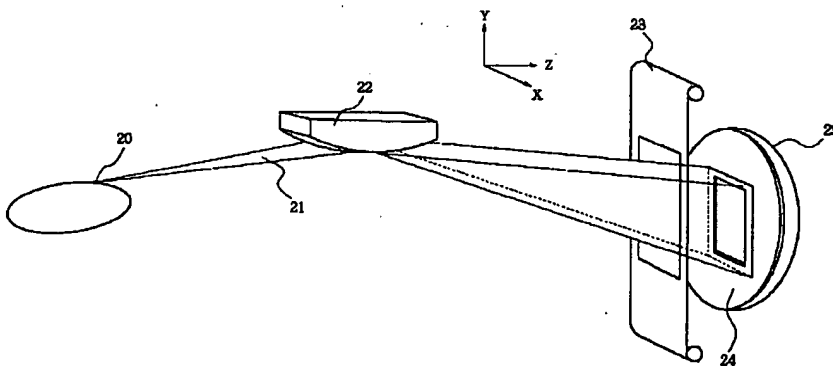
【図10】



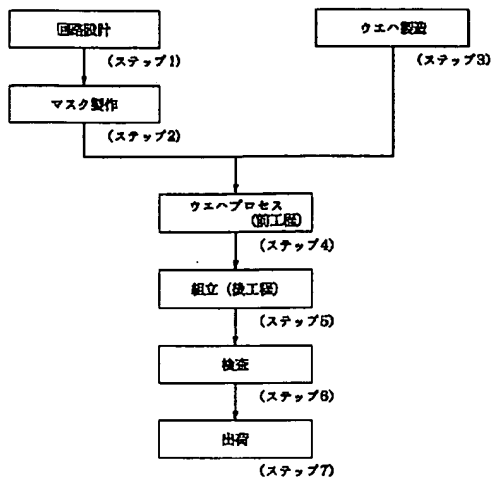
【図12】



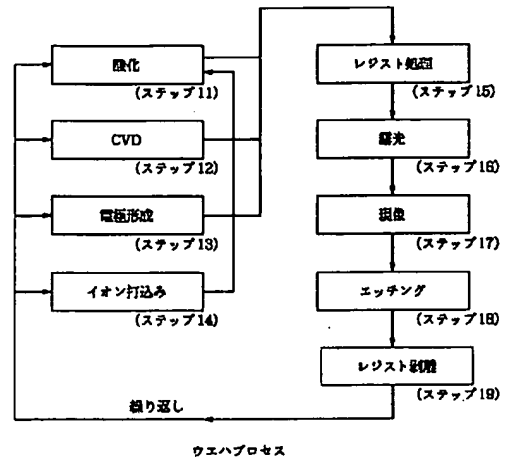
【図13】



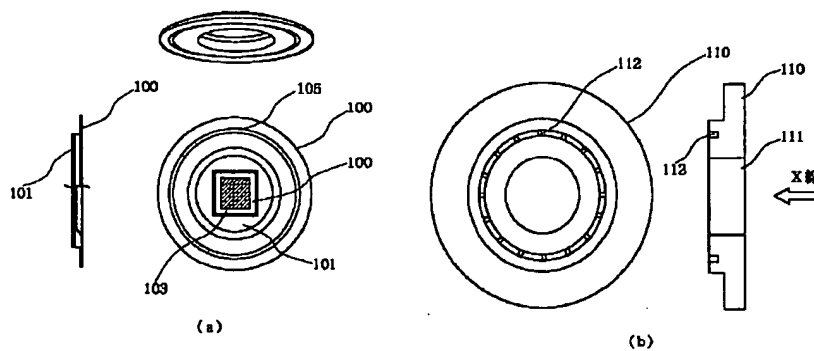
【図14】



【図15】

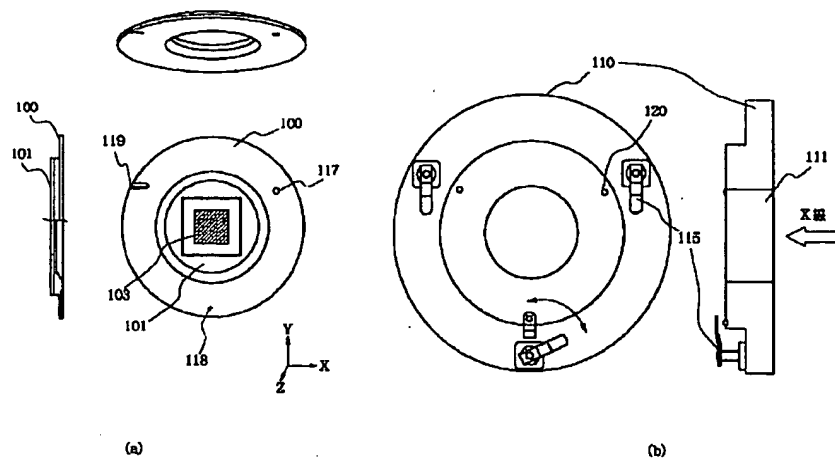


【図16】



(従来例)

【図17】



(従来例)